

Artigo Original Original Article

Fábio Cangeri Di Naso¹
Juliana Saraiva Pereira²
Alexandre Simões Dias³
Luiz Alberto Forgiarini Junior⁴
Mariane Borba Monteiro⁵

Correlações entre variáveis respiratórias e funcionais na insuficiência cardíaca

Correlations between respiratory and functional variables in heart failure

Recebido para publicação/received for publication: 08.07.08

Aceite para publicação/accepted for publication: 09.03.05

Resumo

Fundamento: Alterações respiratórias podem influenciar o desempenho funcional em doentes com insuficiência cardíaca (IC).

Objetivo: Correlacionar a força muscular inspiratória máxima (PImax) e as variáveis da função pulmonar com a capacidade funcional em doentes com IC.

Abstract

Background: Respiratory alterations can impact on the functional performance of patients with heart failure.

Aim: To correlate maximum inspiratory muscular force and lung function variables with functional capacity in heart failure patients.

¹ Fisioterapeuta graduado no Curso de Fisioterapia do Centro Universitário Metodista-IPA e aluno do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Mestrado)/Physiotherapy graduate, Physiotherapy course, Centro Universitário Metodista-IPA, student, MSc in Biology Sciences

² Fisioterapeuta graduada no Curso de Fisioterapia do Centro Universitário Metodista-IPA/Physiotherapy graduate, Physiotherapy course, Centro Universitário Metodista-IPA

³ Fisioterapeuta, Doutor em Ciências Biológicas, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Inclusão do Centro Universitário Metodista-IPA/Physiotherapist, PhD Biology Sciences, Coordinator, Post-Graduate Programme in Rehabilitation and Inclusion, Centro Universitário Metodista-IPA

⁴ Fisioterapeuta graduado no Curso de Fisioterapia do Centro Universitário Metodista-IPA e aluno do Programa de Pós-graduação em Ciências Pneumológicas (Doutorado)/Physiotherapy graduate, Physiotherapy course, Centro Universitário Metodista-IPA, student, PhD in Biology Sciences

⁵ Fisioterapeuta, Mestre em Ciências Médicas, Professora do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário Metodista-IPA/Physiotherapist, MSc, Medical Sciences, Professor, Physiotherapy course, Centro Universitário Metodista-IPA

Centro Universitário Metodista – IPA/ Curso de Fisioterapia/Grupo de Pesquisa Programas Especiais em Saúde/Centro Universitário Metodista – IPA/ Physiotherapy course/ Special Health Programmes Research Group

Complexo Hospitalar Santa Casa de Porto Alegre – Ambulatório de Insuficiência Cardíaca
Porto Alegre, RS – Brasil

Correspondência/Correspondence to:

Fábio Cangeri Di Naso
Rua Azevedo Sodré, 212/201 – Passo D'areia – 91340-140 Porto Alegre, RS – Brasil
E-mail: fdinaso@yahoo.com.br
Telefone: (51) 34073222 / 81883585

Métodos: Estudo transversal realizado de Janeiro a Julho de 2007 incluindo 42 doentes com IC crónica (28 homens) que não apresentavam doença pulmonar prévia. Os doentes pertenciam às classes funcionais I, II e III segundo a NYHA (*New York Heart Association*). As variáveis respiratórias mensuradas foram a P_{Imax}, a CVF (capacidade vital forçada) e o VEF₁ (volume expiratório forçado no 1.º segundo). A distância percorrida no teste da caminhada dos seis minutos (TC6M), a classe funcional (CF) e o domínio referente à capacidade funcional do questionário de qualidade de vida Short Form-36 (SF-36) foram as variáveis funcionais utilizadas.

Resultados: A P_{Imax} correlacionou-se com a TC6M ($r=0,543$ e $p<0,001$), com a CF ($r=-0,566$ e $p<0,001$) e com a pontuação do domínio capacidade funcional do SF-36 ($r=0,459$ e $p=0,002$). O mesmo ocorre com a CVF e as variáveis TC6M ($r=0,501$ e $p=0,001$), CF ($r=-0,477$ e $p=0,001$) e SF-36 ($r=0,314$ e $p=0,043$). O VEF₁ apresentou correlação com a TC6M ($r=0,514$ e $p<0,001$) e com a CF ($r=-0,383$ e $p=0,012$).

Conclusão: Variáveis respiratórias referentes à função pulmonar e à força muscular inspiratória correlacionam com variáveis funcionais em doentes com IC.

Rev Port Pneumol 2009; XV (5): 875-890

Palavras-chave: Insuficiência cardíaca, músculos respiratórios, função pulmonar, capacidade funcional, qualidade de vida.

Methods: A transversal study January-July 2007 with 42 chronic heart disease patients (28 males) with no prior pulmonary illness. The patients were in New York Heart Association Functional Class I, II and III. The variables used were maximum inspiratory pressure, forced vital capacity and forced expiratory volume in the first second. Respiratory variables measured were distance covered in the six-minute walk test, NYHA functional class and the physical functioning domain of the Short Form-36 Quality of Life Questionnaire.

Results: Maximum inspiratory pressure correlated with the six-minute walk test ($r=0.543$ and $p<0.001$), functional capacity ($r=-0.566$ and $p<0.001$) and the physical functioning domain score of the Short Form-36 ($r=0.459$ and $p=0.002$). The same was true of forced vital capacity and the six-minute walk test ($r=0.501$ and $p=0.001$), functional capacity ($r=-0.477$ and $p=0.001$) and Short Form-36 ($r=0.314$ and $p=0.043$) variables. Forced expiratory volume correlated with the distance covered in the six-minute walk test ($r=0.514$ and $p<0.001$) and functional capacity ($r=-0.383$ and $p=0.012$).

Conclusion: Lung function and inspiratory muscular force respiratory variables correlated with functional variables in patients with heart failure.

Rev Port Pneumol 2009; XV (5): 875-890

Key-words: Heart failure, inspiratory muscles, lung function, functional capacity, quality of life.

Introdução

A insuficiência cardíaca (IC) é definida como uma síndrome clínica na qual uma alteração estrutural ou funcional do coração determina uma incapacidade em ejetar e/ou

Introduction

Heart failure is defined as a clinical syndrome in which a structural or functional change in the heart leads the heart to pump blood inefficiently^{1,2}.

acomodar sangue dentro de valores pressóricos fisiológicos^{1,2}.

Doentes com IC apresentam fadiga muscular e dispneia durante o esforço, bem como limitação para executar actividades diárias. A fraqueza dos músculos respiratórios e o descondicionamento físico podem estar envolvidos no aumento do trabalho respiratório durante a hiperpneia, existente no momento de realização das tarefas^{3,4}.

A pressão inspiratória máxima (PI_{max}) é uma variável que representa a força dos músculos inspiratórios e a sua redução pode estar correlacionada com um baixo desempenho funcional, tendo influência sobre o descondicionamento físico e consequente piora na qualidade de vida dos doentes.

A função pulmonar também pode apresentar alterações. Estudos prévios demonstram que variáveis espirométricas podem estar relacionadas com a capacidade de exercício em indivíduos com IC^{5,6}. Doentes com sintomas mais severos têm menor capacidade de exercício; no entanto, ainda não está estabelecida a variável espirométrica que melhor se correlaciona com a limitação existente na IC.

Considerando a importância clínica destas repercussões no desfecho da doença, o presente estudo tem como objectivo correlacionar a força muscular inspiratória e a função pulmonar com a capacidade funcional em doentes com IC.

Métodos

O presente estudo é de carácter transversal e foi realizado no período de Janeiro à Julho de 2007. A amostra foi seleccionada de forma não probabilística intencional. Foram avaliados 42 doentes com diagnóstico clínico de IC que estavam em acompanhamento no ambulatório de insuficiência cardíaca do

Heart failure patients present muscular fatigue and dyspnoea on effort, as well as limits to their daily activities. Weakness in respiratory muscles and lack of physical condition can also be involved in the increased respiratory work during the hyperpnoea which comes on with effort^{3,4}.

Maximum inspiratory pressure (PI_{max}) is a variable which represents inspiratory muscular force and any decrease could correlate with low functional performance, impacting on lack of physical condition and consequent worsened patient quality of life.

Lung function also undergoes changes. Studies show that lung function variables could be related with the exercise capacity of heart failure patients^{5,6}. While those with more severe symptoms have less exercise capacity, it is not yet established which lung function variable best correlates with the limitation seen in heart failure.

Our study aims to correlate maximum inspiratory muscular force and lung function variables with functional capacity in patients, considering the clinical importance of their impact on the disease.

Methods

This transversal study was performed January-June 2007. We selected 42 patients clinically diagnosed with heart failure followed up in Heart Failure Outpatients at the Complexo Hospitalar Santa Casa de Porto Alegre.

Exclusion criteria were severe lung disease (adenocarcinoma), encephalitic vascular imbalances with functional limitations, degenerative neuromuscular diseases, inability to undergo the test (there were three exclu-

Complexo Hospitalar Santa Casa de Porto Alegre.

Foram considerados como critérios de exclusão doença pulmonar grave (uma exclusão por presença de adenocarcinoma), distúrbios vasculares encefálicos com limitações funcionais, doenças neuromusculares degenerativas, limitação para realização do teste (três exclusões relacionadas com este critério: amputação de membro inferior, doença reumatológica e doente pertencente à classe funcional IV) e/ou doentes com instabilidade hemodinâmica grave.

O termo de consentimento livre e esclarecido foi assinado previamente por todos os indivíduos e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) do Centro Universitário Metodista – IPA e pelo CEP do Complexo Hospitalar Santa Casa.

Os testes foram aplicados sempre pelo mesmo avaliador (previamente treinado), num único dia, seguindo a ordem: espirometria, manovacuometria, questionário de qualidade de vida e teste da caminhada dos seis minutos. Para os testes de P_{Imax} e da função pulmonar, os doentes foram orientados quanto aos procedimentos a serem realizados e ao seu posicionamento (sentado, com os pés apoiados no chão, mãos segurando firmemente o equipamento e utilizando um clipe nasal).

As variáveis da função pulmonar mensuradas foram a capacidade vital forçada (CVF) e o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), utilizando-se um microespirómetro One Flow (Clement Clark®, Estados Unidos) e seguindo as diretrizes para os testes de função pulmonar, estabelecidas pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Fisiologia⁷. Os valores foram oriundos de três manobras aceitáveis, sendo duas delas reproduzíveis. O critério de reprodutibilidade foi

sions here: amputation of the lower limb, rheumatologic disease and patient in functional class IV) and/or severe haemodynamic instability patients.

All patients gave their informed free, written consent prior to joining and the study was approved by the Ethics and Research Committees of the Centro Universitário Metodista – IPA and the Complexo Hospitalar Santa Casa.

The tests were all performed by the same trained technician on the same day in this order: spirometry, manometry, quality of life questionnaire and six-minute walk test. The patients were talked through the P_{Imax} and lung function tests (patients were seated, with feet on the ground, hands firmly holding the apparatus and using a nose clip).

The lung function variables measured were forced vital capacity (FVC) and forced expiratory volume in one second (FEV₁), using a One Flow (Clement Clark®, USA) microspirometer in line with the Lung Function Test Guidelines drawn up by the Brazilian Society of Pulmonology and Phthysiology⁷. The values were taken from three acceptable measurements, two of which were reproducible. Reproducibility criteria were obtaining the two greater FVC and FEV₁ values, with a difference under 0.2 litres between measurements.

We used the MVD-300 digital vacuum manometer (GlobalMed®, Brazil) to assess inspiratory muscular force (P_{Imax}), again in line with the Lung Function Test Guidelines drawn up by the Brazilian Society of Pulmonology and Phthysiology⁷. The manometer measurement was obtained via performing five inspiratory force manoeuvres, obtaining the three greatest acceptable va-

a obtenção dos dois maiores valores da CVF e VEF₁ com diferença abaixo de 0,2 litros entre as manobras.

Para a avaliação da força dos músculos inspiratórios (PI_{max}) foi utilizado o manovacúmetro digital MVD-300 (GlobalMed®, Brasil), igualmente seguindo as recomendações das directrizes dos testes de função pulmonar⁷. O resultado da manovacumetria foi obtido após a realização de cinco manobras de inspiração forçada, obtendo-se os três maiores valores aceitáveis (i.e., não podendo existir vazamentos e a sustentação do valor máximo de pelo menos dois segundos), e, destas, pelo menos duas deveriam ser reproduzíveis (i.e., com valores que não difiram entre si mais de 10% do maior valor). A PI_{max} foi obtida a partir da volume residual (VR), registando-se o valor absoluto da pressão mais elevado.

Entre os testes de função pulmonar e força muscular inspiratória, o doente deveria permanecer em repouso, no mínimo, 10 minutos.

O nível funcional dos participantes foi mensurado através da distância percorrida no teste da caminhada de 6 minutos (TC6M). Este teste exige que o indivíduo percorra uma distância máxima em seis minutos, com ritmo próprio, procurando caminhar o mais rápido possível. O teste foi realizado num corredor sem obstáculos, recto, plano, com trinta metros de comprimento. O doente foi instruído previamente pelo avaliador, que utilizou estímulo verbal padronizado a cada minuto de caminhada, incentivando-o a percorrer uma maior distância possível⁸.

A sensação de dispneia e a fadiga de membros inferiores foram avaliadas através da escala de Borg modificada (escala 0-10), antes e após a execução do TC6M. Nesses momentos também foram registadas a satura-

lues (i.e. with no leaks and sustaining the maximum value for at least two seconds) with at least two of these reproducible (i.e. with values which did not differ among themselves by more than 10% of the greatest value). The PI_{max} was obtained from the residual volume (RV), with the absolute value of the highest pressure recorded. The patients rested for at least 10 minutes between the lung function and inspiratory muscular force tests.

Patients' functional level was measured using the distance covered in the six-minute walk test (6MWT). In this test, the patient walks at his own pace as quickly and as far as he can in six minutes along a flat thirty metre long corridor. The patient is orientated in advance by the assessor who counts off each minute for the patient and encourages him to walk as far as possible⁸.

Dyspnoea and lower limb fatigue was assessed using a modified Borg scale (0-10 scale), pre- and post 6MWT. Blood oxygen saturation (SpO₂), using a Nonin Onyx (9500, USA) oximeter, systolic and diastolic blood pressure, using a stethoscope and sphygmomanometer (BD, Brazil) and cardiac and respiratory rate were also measured pre- and post 6MWT.

Functional class (FC), in line with the New York Heart Association (NYHA) criteria, was determined by patients' physicians, with no knowledge of the results of the tests performed.

Patient quality of life was assessed using the Short Form-36 (SF-36) quality of life questionnaire. The multi-purpose SF-36 questionnaire describes and evaluates individuals' state of health in various domains (physical functioning – SF-36₁; physical role functioning – SF-36₂; bodily pain – SF-

ção periférica de oxigénio (SpO₂), utilizando um oxímetro Nonin Oxyx (9500, Estados Unidos), a pressão arterial sistólica e diastólica através de um estetoscópio e esfigmomanómetro (BD, Brasil) e as frequências cardíaca e respiratória.

A classe funcional (CF), segundo a *New York Heart Association* (NYHA), foi determinada pelo médico responsável, que não teve conhecimento dos resultados dos testes realizados. A qualidade de vida dos doentes foi avaliada através do questionário de qualidade de vida Short Form-36 (SF-36). O questionário genérico SF-36 descreve e avalia o estado de saúde dos indivíduos através de vários domínios (capacidade funcional – SF-36₁; limitação por aspectos físicos – SF-36₂; dor – SF-36₃; estado geral da saúde – SF-36₄; vitalidade – SF-36₅; aspectos sociais – SF-36₆; limitação por aspectos emocionais – SF-36₇; saúde mental – SF-36₈). Os valores em cada domínio são obtidos através da soma das respostas daquele item, transformando-os em *scores* de uma escala, na qual zero representa saúde deficitária e cem representa bom estado de saúde. Os resultados são avaliados e analisados de forma isolada para cada domínio⁹. O estudo apenas utilizou o domínio capacidade funcional do questionário.

Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas no programa SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versão 15.0, onde as variáveis quantitativas foram descritas através de média e desvio-padrão, ao passo que as categóricas foram expressas através de frequências absolutas e relativas.

Para avaliar a associação entre as variáveis contínuas foi aplicado o teste de correlação

36₃; general health perceptions – SF-36₄; vitality – SF-36₅; social role functioning – SF-36₆; emotional role functioning – SF-36₇; mental health – SF-36₈). The values in each domain are obtained from the total sum of the responses given to that item. These scores are then turned into a scale, with zero the worse and 100 the best state of health. The results are evaluated and analysed in isolation for each domain⁹. Our study uses only the questionnaire's physical functioning domain.

Statistical analysis

We used the SPSS (Statistical Package for Social Sciences) version 15.0 program for statistical analyses, with quantitative variables described using mean plus standard deviation, meaning the categories were expressed using absolute and relative frequencies.

We used the Pearson correlation test to assess the association between the continuous variables, the Spearman correlation test for the categorical variables and the Student T test to compare lung function means between smokers and non-smokers, setting a 5% level of significance.

Results

Table I gives the weight/height and clinical characteristics of the study sample. We evaluated 42 patients in NYHA Functional Class I (16), II (15) and III (11). Twenty-eight patients were male. The leading heart failure aetiologies in the sample were idiopathic dilated cardiopathy (60%), valvular heart disease (17%), ischaemic heart disease (14%) and others (9%). Patients were being treated for heart

de Pearson e, para as variáveis categóricas, o teste de correlação de Spearman. Para a comparação das médias das variáveis de função pulmonar entre os grupos de tabagistas e de não tabagistas foi utilizado o teste *t*. O nível de significância adotado foi de 5%.

Resultados

As características antropométricas e clínicas da amostra estudada encontram-se dispostas no Quadro I. Foram avaliados um total de 42 doentes pertencentes às classes funcionais I (16), II (15) e III (11) segundo a NYHA, sendo 28 homens. A etiologia predominante de IC na amostra foi a cardiopatia dilatada idiopática, presente em 60% dos doentes, seguida da cardiopatia valvar, isquêmica e de outras (17%, 14% e 9%). Os doentes utilizavam tratamento medicamentoso segundo a determinação

failure by their physicians². The most frequently prescribed medications were β -blockers (90.47%), diuretics (88.09%), angiotensin-converting enzyme inhibitor (69.04%), spironolactone (66.66%) and digoxin (57.14%), with doses adjusted for the symptoms presented.

Only three patients (7.14%) smoked, 23 (54.76%) were ex-smokers and 16 (38.1%) non-smokers. The mean predicted FEV₁ was 72.98 \pm 19.32% for smokers, 68.82 \pm 19.11% for ex-smokers and 84.86 \pm 24.43% for non-smokers. There was no significant difference found when comparing the smokers' and ex-smokers' mean predicted FEV₁ percents with those of the non-smokers (*p*=0.1826).

There were no significant changes seen in the SpO₂ and haemodynamic variables

Quadro I – Características antropométricas e clínicas da amostra

Variáveis	Média \pm DP	Variáveis	Média \pm DP
Idade (anos)	57,90 \pm 12,71	Plmax (cmH ₂ O)	65,45 \pm 30,04
Peso (kg)	76,78 \pm 13,06	CVF (L)	3,23 \pm 1,03
Altura (m)	1,67 \pm 0,9	VEF1 (L)	2,28 \pm 0,73
IMC (kg/m ²)	27,36 \pm 4,87	TC6M (m)	379,57 \pm 107,90
FEVE (%)	38,86 \pm 14,17	SF-36	48,69 \pm 25,94

IMC: índice de massa corporal; FEVE: fracção de ejeção do ventrículo esquerdo; Plmax: pressão inspiratória máxima; CVF: capacidade vital forçada; VEF1: volume expiratório forçado no 1.º segundo; TC6M: distância percorrida no teste da caminhada de 6 minutos; SF-36: domínio capacidade funcional do questionário de qualidade de vida Short Form-36

Table I – Sample's height/weight and clinical characteristics

Variables	Mean \pm SD	Variables	Mean \pm SD
Age (years)	57.90 \pm 12.71	Plmax (cmH ₂ O)	65.45 \pm 30.04
Weight (kg)	76.78 \pm 13.06	FVC (L)	3.23 \pm 1.03
Height (m)	1.67 \pm 0.9	FEV1 (L)	2.28 \pm 0.73
BMI (kg/m ²)	27.36 \pm 4.87	6MWT (m)	379.57 \pm 107.90
LVEF (%)	38.86 \pm 14.17	SF-36	48.69 \pm 25.94

BMI: body mass index; LVEF: left ventricular ejection fraction; Plmax: maximum inspiratory pressure; FVC: forced vital capacity; FEV1: forced expiratory volume in one second; 6MWT: distance walked in the six-minute walk test; SF-36: physical functioning domain in the Short Form-36 (SF-36) quality of life questionnaire

médica para o tratamento da IC². A frequência dos medicamentos foi: β -bloqueador (90,47%), diurético (88,09%), inibidor da enzima conversora de angiotensina (69,04%), espironolactona (66,66%) e digoxina (57,14%), sendo as doses otimizadas de acordo com sintomas apresentados.

Quanto aos hábitos tabágicos, apenas 3 doentes (7,14%) da amostra referiram ser tabagistas, 23 (54,76%) referiram ser ex-tabagistas e 16 (38,1%) foram classificados como não tabagistas. A média do percentual de predito do VEF₁ foi de 72,98 \pm 19,32% para os tabagistas, 68,82 \pm 19,11% para os ex-tabagistas e de 84,86 \pm 24,43% para os não tabagistas. Quando comparadas as médias do percentual de predito do VEF₁ dos grupos de tabagistas e de ex-tabagistas com o grupo de não tabagistas, não houve diferença significativa ($p=0,1826$).

Durante a realização do TC6M não foram registradas alterações importantes na SpO₂ e nas variáveis hemodinâmicas, além dos limites fisiológicos. Nenhum dos testes realizados apresentou intercorrências que resultassem em interrupção.

during the 6MWT, beyond the physiological limits. There were no occurrences during any test performed which caused an interruption.

We correlated PImax, FVC and FEV₁ variables with the distance walked in the 6MWT, FC and SF-36 physical functioning domain (Table II). Only the FEV₁ did not show a statistically significant correlation with the SF-36, while PImax (Fig. 1), FVC (Fig. 2) and FEV₁ (Fig. 3) showed a moderate statistically significant correlation with the distance walked in the 6MWT.

Discussion

Our main findings were the correlations between patients' lung function variables and functional condition. Both PImax and lung function showed moderate correlations with patients' submaximal exercise capacity and functional class.

Earlier studies showed a possible correlation between patients' decreased PImax and dyspnoea and exercise incapacity^{10,11}.

Quadro II – Correlações entre as variáveis respiratórias e funcionais

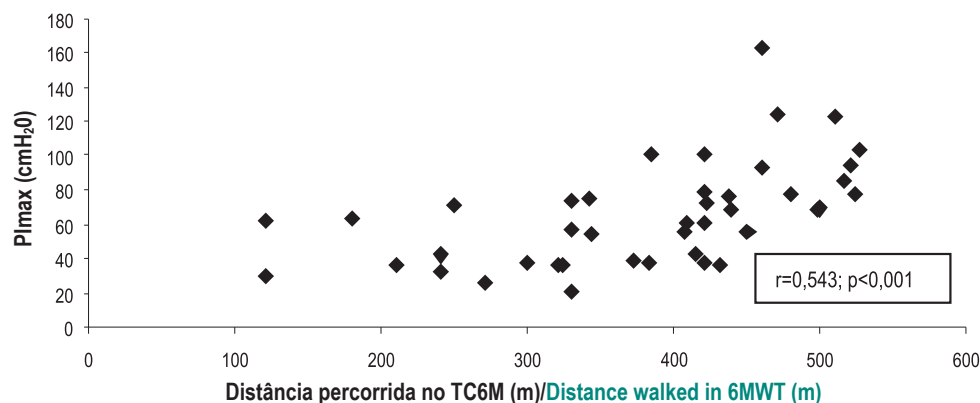
	TC6M (m)*	CF†	SF36*
PImax (cmH ₂ O)	r=0,543 p<0,001	r=-0,566 p<0,001	r=0,459 p=0,002
CVF (L)	r=0,501 p=0,001	r=-0,477 p=0,001	r=0,314 p=0,043
VEF1 (L)	r=0,514 p<0,001	r=-0,383 p=0,012	r=0,293 p=0,059

PImax: pressão inspiratória máxima; CVF: capacidade vital forçada; VEF1: volume expiratório forçado no 1.º segundo; TC6M: distância percorrida no teste da caminhada de 6 minutos; CF: classe funcional segundo a *New York Heart Association*; SF-36: domínio capacidade funcional do questionário de qualidade de vida Short Form-36; * teste de correlação de Pearson; † teste de correlação de Spearman

Table II – Correlations between respiratory and functional variables

	6MWT (m)*	FC†	SF36*
PImax (cmH ₂ O)	r=0.543 p<0.001	r=-0.566 p<0.001	r=0.459 p=0.002
FVC (L)	r=0.501 p=0.001	r=-0.477 p=0.001	r=0.314 p=0.043
FEV1 (L)	r=0.514 p<0.001	r=-0.383 p=0.012	r=0.293 p=0.059

PImax: maximum inspiratory pressure; FVC: forced vital capacity; FEV1: forced expiratory volume in one second; 6MWT: distance walked in the six-minute walk test; FC: New York Heart Association functional class; SF-36: physical functioning domain in the Short Form-36 (SF-36) quality of life questionnaire; *Pearson correlation test; † Spearman correlation test

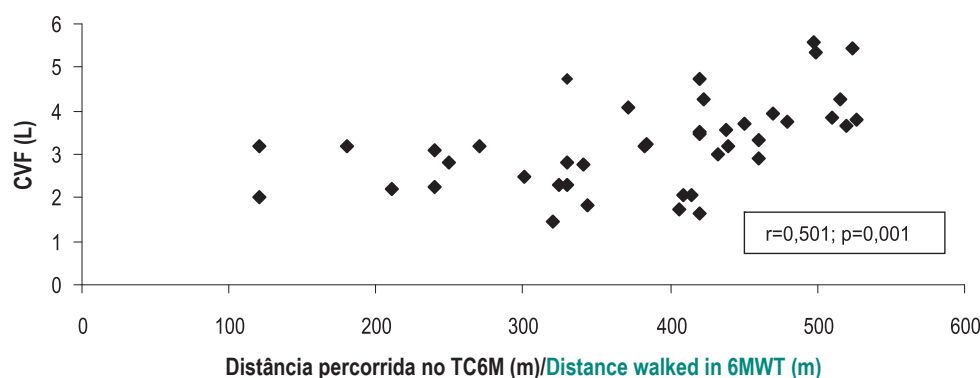


PImax: pressão inspiratória máxima; TC6M: teste da caminhada de 6 minutos

PImax: maximum inspiratory pressure; 6MWT: distance walked in the six-minute walk test

Fig. 1 – Correlação entre PImax e distância percorrida no TC6M

Fig. 1 – Correlation between PImax and distance walked in 6MWT



CVF: Capacidade vital forçada; TC6M: teste da caminhada de 6 minutos

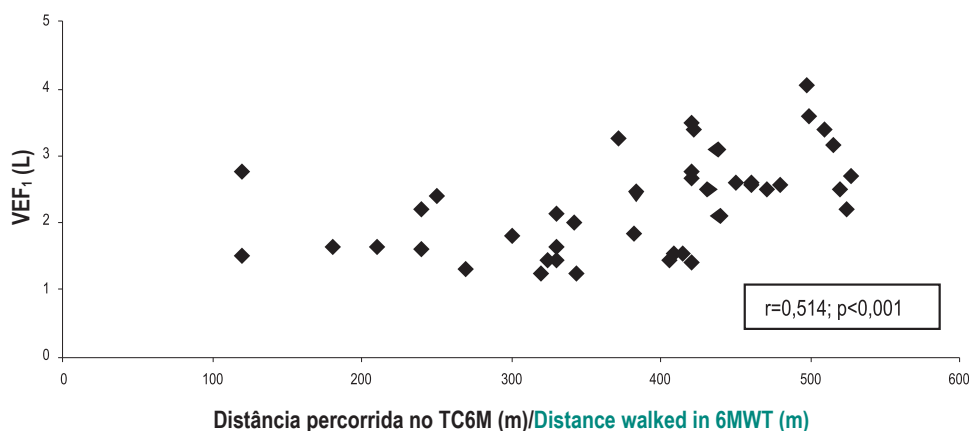
FVC: forced vital capacity; 6MWT: distance walked in the six-minute walk test

Fig. 2 – Correlação entre CVF e distância percorrida no TC6M

Fig. 2 – Correlation between FVC and distance walked in 6MWT

Foram correlacionadas as variáveis PImax, CVF e VEF₁ com a distância percorrida no TC6M, classe funcional (CF) e domínio da capacidade funcional do SF-36 (Quadro II). Apenas o VEF₁ não apresentou correlação estatisticamente significativa com o SF-36. Contudo, a PImax (Fig. 1), a CVF (Fig. 2) e o

Changes in diaphragm contractability are associated with relative increase and atrophy of type I muscular fibres, unlike what happens in the peripheral musculature¹². These morphological changes are caused by a tachypnoeic breathing pattern adopted with reduced expiratory time, increased



VEF₁: volume expiratório forçado no 1.º segundo; TC6M: teste da caminhada de 6 minutos
 FEV₁: forced expiratory volume in one second; 6MWT: distance walked in the six-minute walk test

Fig. 3 – Correlação entre VEF₁ e distância percorrida no TC6M

Fig. 3 – Correlation between FEV₁ and distance walked in 6MWT

VEF₁ (Fig. 3) apresentaram uma correlação moderada significativa quando correlacionadas com a distância percorrida no TC6M.

Discussão

Os principais achados do presente estudo foram as correlações entre as variáveis respiratórias e a condição funcional dos doentes. Tanto a P_Imax quanto a função pulmonar apresentaram correlações moderadas com a capacidade de exercício submáximo e a classe funcional dos doentes incluídos no estudo. Estudos anteriores relatam que a diminuição da P_Imax pode estar relacionada com a sensação de dispneia e a incapacidade de exercício existentes nestes doentes^{10,11}. Alterações na contractilidade diafragmática estão associadas ao aumento relativo e à atrofia das fibras musculares do tipo I, ao contrário do que ocorre na musculatura periférica¹². Estas alterações morfológicas são estabelecidas devido a um padrão ventilatório taquipneico

dead ventilatory space and increased carbon dioxide production (CO₂)¹³. The excessive increase in respiratory frequency following greater CO₂ production during exercise is explained by a lower ergoreceptor activation¹⁴. The ergoreceptors show a greater activation in heart failure patients and may also be responsible for the increased sympathetic tone seen during physical exercise^{3,15}. The respiratory variable with the greatest level of correlation with functional class and distance walked in the 6MWT in our study was P_Imax.

Inspiratory muscular force in repose can be correlated with the behavior of these muscles during exercise and consequently with the limits on exercise. Nanas *et al.*¹⁰ relate respiratory muscle performance with the kinetics of recovery from maximum exercise in heart failure patients and it has been shown that compromise of these muscles limits exercise capacity. The study showed that inspiratory muscles' capacity to gene-

adoptado com tempo expiratório reduzido, aumento do espaço morto ventilatório e maior produção de dióxido de carbono (CO_2)¹³. O aumento excessivo da frequência respiratória, seguido pela maior produção de CO_2 durante o exercício, é explicado pela diminuição do limiar de activação dos ergoceptores¹⁴. Os ergoceptores possuem maior activação em doentes com IC e também podem ser os responsáveis pelo aumento do tónus simpático durante a realização das actividades físicas^{3,15}. Neste estudo, a variável respiratória que apresentou maior nível de correlação com a classe funcional e a distância percorrida no TC6M foi a PImax.

A força dos músculos inspiratórios obtida em repouso pode correlacionar-se com o comportamento destes músculos durante o exercício e, consequentemente, com a limitação para realizar o exercício. Nanas e cols.¹⁰ relacionaram a *performance* dos músculos respiratórios com a cinética de recuperação ao exercício máximo em doentes com IC, e foi demonstrado que o comprometimento destes músculos limita a capacidade de exercício. O estudo demonstrou que a capacidade de gerar pressão pelos músculos inspiratórios não está reduzida após o teste máximo. No entanto, a presença de redução da PImax com relação aos valores basais pré-teste relacionou-se com um período mais longo de recuperação metabólica, assim como com um pior desempenho no teste. No presente estudo também encontramos uma correlação entre a capacidade de exercício e a PImax em repouso. Entretanto, foram utilizados métodos diferentes para avaliar a capacidade de exercício.

Diversas escalas são utilizadas para documentar os sintomas clínicos dos doentes com IC durante as actividades diárias. A escala proposta pela NYHA, utilizada no presente estu-

rate pressure is not reduced after the maximum test. The reduced PImax related with the pre-test base values is related with a longer period of metabolic recovery and a worse test performance, however. We also found a correlation between exercise capacity and resting PImax, although different methods were used to evaluate exercise capacity.

A variety of scales are used to document the clinical symptoms of heart failure patients during their daily activity. The NYHA scale, which we used, is the most widespread and widely accepted scale used to describe these symptoms. This subjective classification could predict morbidity and mortality in large patient populations^{16,17}. We found patients with lesser PImax had a higher functional class. Meyer *et al.*¹¹ found a significant correlation between PImax and prognosis in heart failure patients. We divided patients into subgroups based on their PImax performance, showing that PImax was reduced a mean 23% in relation to the control group. After a four-year follow up, PImax was considered a mortality predictor independent of lung function, plasmatic norepinephrine concentration and left ventricular ejection fraction. Considering PImax a prognosis predictor, our study shows it is associated with both the 6MWT and FC as measured by the NYHA.

Inspiratory muscular training can be beneficial to heart failure patients and those with weak inspiratory muscles¹⁸⁻²⁰. Dall'Ago *et al.*²¹ performed a study evaluating the effect of inspiratory muscle training in patients with heart failure and weak inspiratory muscles. The study included 32 patients randomly assigned into a training and a control group. After training, improvements in PImax, FC, recovery after maximum

do, é a mais difundida e aceita para descrever estes sintomas. Esta classificação subjectiva pode prever a morbidade e a mortalidade em grandes populações de doentes^{16,17}. Neste estudo, doentes com menor PImax apresentaram a classe funcional mais elevada. Meyer e cols.¹¹ encontraram uma correlação significativa entre a PImax e o prognóstico em doentes com IC. Neste estudo, os doentes foram divididos em subgrupos de acordo com o desempenho da PImax, que demonstrou estar reduzida em média 23% com relação ao grupo-controlo. Após um período de acompanhamento de 4 anos, a PImax foi considerada como um preditor de mortalidade independente em relação à função pulmonar, à concentração de norepinefrina plasmática e à fracção de ejeção do ventrículo esquerdo. Considerando a PImax um preditor de prognóstico, compreende-se o facto de este estudo apresentar esta variável associada tanto com o TC6M quanto com a CF da NYHA.

O treino muscular inspiratório pode apresentar benefícios para doentes com IC e fraqueza dos músculos inspiratórios¹⁸⁻²⁰. Dall'Ago e cols.²¹ realizaram um estudo avaliando o efeito do treino muscular inspiratório em doentes com IC e fraqueza muscular inspiratória. Foram incluídos no estudo 32 doentes com alocação aleatória entre um grupo-treino e outro controlo. Após o período de treino foi observada melhoria na PImax, na capacidade funcional, na recuperação após o exercício máximo e na qualidade de vida dos doentes que realizaram o treino. Após a intervenção, foi observada uma correlação entre o consumo máximo de oxigénio e a PImax. Estes achados, mesmo não representando o principal enfoque do estudo, corroboram os resultados da nossa pesquisa, pois revela uma relação en-

exercise and quality of life were seen in patients who had undergone training. After the intervention a correlation between maximum oxygen consumption and PImax was seen. Although these findings were not the study's main focus, they corroborated our results, underlining a correlation between PImax and functional variables (exercise capacity).

The literature also describes changes in the lung function of heart failure patients²²⁻²⁴. We found an association between heart failure patients' lung function variables at rest and FC. Further, 14 of our 42 patients presented moderate chronic obstructive pulmonary disease criteria ($FEV_1/FVC < 70\%$ and $30\% \leq FEV_1 < 80\%$), although they had not been diagnosed as having this disease²⁵. Smoking did not seem to have had an influence on this lung function pattern, as 6 of the 16 patients classified as non-smokers had chronic obstructive pulmonary disease criteria and only 8 of the 26 smokers and ex-smokers presented the same criteria.

A restrictive pattern has already been found in heart failure patients, mainly attributed to interstitial pulmonary oedema and sub-clinical alveolar oedema. Other probable causes of reduced lung function are cardiomegaly, increased central blood volume, fibrotic hardening of the pulmonary parenchyma (due to chronic lung congestion) and pleural effusion²⁶⁻²⁹. All these abnormalities condition a reduced pulmonary compliance and an increase in these patients' respiratory work.

As we found, lung functional variables can correlate with exercise capacity in heart failure patients, showing that lung function values can play a part in disease degree of severity. Ingle *et al.*³⁰ undertook a study

tre a P_{Imax} e variáveis funcionais (capacidade de exercício).

Também estão descritas na literatura alterações na função pulmonar em doentes com insuficiência cardíaca²²⁻²⁴. Neste estudo foi observada uma associação entre as variáveis da função pulmonar em repouso e a capacidade funcional dos doentes com IC. Além desta associação, dos 42 doentes incluídos na amostra 14 teriam critério de doença pulmonar obstrutiva crônica moderada ($VEF_1/CVF < 70\%$ e $30\% \leq VEF_1 < 80\%$), apesar de não possuírem diagnóstico médico para esta doença²⁵. Os hábitos tabágicos parecem não influenciar este padrão de função pulmonar, visto que dos 16 doentes que foram classificados como não tabagistas 6 apresentavam critérios para doença pulmonar obstrutiva e, dos 26 tabagistas e ex-tabagistas, apenas 8 apresentava os mesmos critérios.

Um padrão restritivo já foi documentado em doentes com IC, atribuído principalmente ao edema pulmonar intersticial e alveolar subclínico. Outras causas potenciais da diminuição das capacidades pulmonares são a cardiomegalia, o aumento do volume de sangue central, o enrijecimento fibrótico do parênquima pulmonar (devido à congestão pulmonar crônica) e o derrame pleural²⁶⁻²⁹. Todas estas alterações determinam uma redução da complacência pulmonar e o aumento do trabalho respiratório realizado pelos doentes. Como observado neste estudo, variáveis da função pulmonar podem correlacionar-se com a capacidade de exercício em indivíduos com IC, demonstrando assim que os valores da função pulmonar podem interferir no grau de severidade da doença. Ingle e cols.³⁰ realizaram um estudo comparando os achados da função pulmonar com a capacidade de exercício em indivíduos com IC. Foram avaliados 340 doentes com IC de todas as classes funcionais atra-

comparing lung function findings with exercise capacity in heart failure patients. They evaluated 340 heart failure patients of all functional classes using a maximum ergometric test with blood gas analysis and spirometry. They found no correlations between lung function and exercise capacity using maxVO₂ in patients with more symptoms (functional class III and IV) and no differences in spirometry performance between classes I-II and III-IV. We found a correlation between lung function and submaximum exercise capacity and a correlation between FC and FVC. The discrepancies between our findings and those of Ingle are due to the different methods of measuring exercise capacity and the predominance in our study of subjects with a lower FC.

While our studies had good results, the small sample size and diverse heart failure aetiology could be considered limitations. Using spirometry equipment which did not allow flow volume curves to be visualised could also represent a limitation.

Conclusion

Lung function and inspiratory muscular force respiratory variables correlated with functional variables in patients with heart failure. P_{Imax}, FEV₁ and FVC correlated with the distanced walked in the 6MWT and patients' functional class.

vés de um teste ergométrico máximo com análise de trocas gasosas e do exame espirométrico. Não foram encontradas correlações entre a função pulmonar e a capacidade de exercício através do VO_2max em doentes mais sintomáticos (classe funcional III e IV). Também não foram observadas diferenças entre o desempenho na espirometria nas classes I-II e III-IV. Neste estudo foi observada correlação entre a função pulmonar e a capacidade de exercício submáximo, assim como uma correlação entre a CF e a CVF. Estas discrepâncias entre os achados de Ingle e os nossos dados devem-se tanto devido à diferença nos métodos de mensuração da capacidade de exercício quanto à predominância de indivíduos de CF mais baixa deste estudo.

Apesar dos bons resultados, factores como o pequeno número amostral e a diversidade de etiologia da IC podem ser considerados limitações. A utilização de um equipamento de espirometria que não permite a visualização de curvas débito-volume também representa uma limitação.

Conclusão

Conclui-se que a força muscular inspiratória e a função pulmonar apresentaram correlação com a condição funcional em doentes com IC. As variáveis PI_{max} , VEF_1 e CVF correlacionaram-se com a distância percorrida no TC6M e com a classe funcional a que os doentes pertenciam.

Bibliografia/Bibliography

1. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz Latino-Americana para Avaliação e Conduta na Insuficiência Cardíaca Descompensada. Arq Bras Cardiol 2005; 85(Supl. 3):7.
2. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Revisão das II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia para o Diagnóstico e Tratamento da Insuficiência Cardíaca. Arq Bras Cardiol 2002; 79(Supl. 4):3-11.

3. Witte KKA, Clark AL. Cycle exercise causes a lower ventilatory response to exercise in chronic heart failure. *Heart* 2005;91:225-226.
4. Clark AL, Chua TP, Coats AJS. Anatomical dead space, ventilatory pattern and exercise capacity in chronic heart failure. *Br Heart J* 1995; 74:377-380.
5. Clark AL, Davies LC, Francis DP, Coats AJS. Ventilatory capacity and exercise tolerance in patients with chronic stable heart failure. *Eur J Heart Fail* 2000; 2:47-51.
6. Kraemer MD, Kubo SH, Rector TS, Brunsvold N, Bank AJ. Pulmonary and peripheral vascular factors are important determinants of peak oxygen uptake in patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1993; 21:641-648.
7. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol* 2002; 28(Supls. 3 e 5).
8. American Thoracic Society. Statement: Guidelines for the six-minute walk test. *A J Respir Crit Care Med* 2002; 166:111-117.
9. Nobre, MRC. Qualidade de vida. *Arq Bras Cardiol* 1995; 64(4):299-300.
10. Nanas S, Nanas J, Cassiotis C, Alexopoulos G, Samakovli A, Kanakakis J, *et al.* Respiratory muscle performance is related to oxygen kinetics during maximal exercise and early recovery in patients with congestive heart failure. *Circulation* 1999; 100:503-508.
11. Meyer FJ, Mathias M, Zugck C, Kirschke A, Schellberg D, Kubler W, *et al.* Respiratory muscle dysfunction in congestive heart failure: clinical correlation and prognostic significance. *Circulation* 2001; 103:2153-2158.
12. Stassijns G, Lysens R, Decramer M. Peripheral and respiratory muscles in chronic heart failure. *Eur Respir J* 1996; 9:2161-2167.
13. Hart N, Kearney MT, Pride NB, Green M. Inspiratory muscle load and capacity in chronic heart failure. *Thorax* 2004; 59:477-482.
14. Piepoli M, Clark AL, Volterrani M, Adamopoulos S, Sleight P, Coats AJS, *et al.* Contribution of muscle afferents to the hemodynamic, autonomic, and ventilatory responses to exercise in patients with chronic heart failure: effects of physical training. *Circulation* 1996; 93:940-952.
15. Clark AL. Origin of symptoms in chronic heart failure. *Heart* 2006; 92:12-16.
16. Scrutinio D, Lagioia R, Ricci A, *et al.* Prediction of mortality in mild to moderately symptomatic patients with left ventricular dysfunction. The role of the New York Heart Association classification, cardiopulmonary exercise testing, two-dimensional echocardiography and Holter monitoring. *Eur Heart J* 1994; 15:1089-1095.
17. Smith RF, Johnson G, Ziesche S, *et al.* Functional capacity in heart failure. Comparison of methods for assessment and their relation to other indexes of heart failure. The V-HeFT VA Cooperative Studies Group. *Circulation* 1993; 87(Supl 6):188-193.
18. Johnson PH, Cowley AJ, Kinnear WJ. A randomized controlled trial of inspiratory muscle training in stable chronic heart failure. *Eur Heart J* 1998; 19(8):1249-1253.
19. Weiner P, Waizman J, Magadle R, Berar-Yanay N, Pelled B. The effect of specific inspiratory muscle training on the sensation of dyspnea and exercise tolerance in patients with congestive heart failure. *Clin Cardiol* 1999; 22(11):727-732.
20. Laoutaris I, Dritsas A, Brown MD, Manginas A, Alivizatos PA, Cokkinos DV. Inspiratory muscle training using an incremental endurance test alleviates dyspnoea and improves functional status in patients with chronic heart failure. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2004; 11(6):489-496.
21. Dall'Ago P, Chiappa GR, Guths H, Stein R, Ribeiro JP. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial. *J Am Coll Cardiol* 2006; 21; 47(4):757-763.
22. Ricart S, Casan P, Bellido-Casado J. Lung function in cardiac dysfunction. *Arch Bronconeumol* 2004; 40(2):62-66.
23. Olson TP, Beck KC, Johnson BD. Pulmonary function changes associated with cardiomegaly in chronic heart failure. *J Card Fail* 2007; 13(2):100-107.
24. Corrà U, Giordano A, Bosimini E, Mezzani A, Piepoli M, Coats A, *et al.* Oscillatory ventilation during exercise in patients with chronic heart failure. *Chest* 2002; 121:1572-1580.
25. Pauwels RA, Buist AS, Calverley PM, Jenkins CR, Hurd SS, GOLD Scientific Committee. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease NHLBI/WHO Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163(5):1256-1276.

26. Hauge A, Bo G, Waaler BA. Interrelations between pulmonary liquid volumes and lung compliance. *J Appl Physiol* 1975; 38:608-614.
27. Agostoni PG, Cattadori G, Guazzi M, *et al.* Cardiomegaly as a possible cause of lung dysfunction in patients with heart failure. *Am Heart J* 2000; 140:24.
28. Chua TP, Coats AJS. The lungs in chronic heart failure. *Eur Heart J* 1995; 16:882-887.
29. Evans SA, Watson L, Cowley AJ, *et al.* Static lung compliance in chronic heart failure: relation with dyspnea and exercise capacity. *Thorax* 1995; 50:245-248.
30. Ingle L, Shelton RJ, Cleland JG, Clark AL. Poor relationship between exercise capacity and spirometric measurements in patients with more symptomatic heart failure. *J Card Fail* 2005; 11(8):619-623.